

Et<sub>2</sub>Zn:NEtMe<sub>2</sub> 전구체를 이용한 원자층 증착법 ZnO 박막Atomic Layer Deposition of ZnO Thin Films using Et<sub>2</sub>Zn:NEtMe<sub>2</sub> precursor이우재<sup>a\*</sup>, 권세훈<sup>a</sup><sup>a\*</sup>부산대학교 재료공학과(E-mail:alivedoc@naver.com)

**초 록:** 정확한 두께와 조성 제어, 훌륭한 재현성의 박막을 형성할 수 있는 Atomic layer deposition 방법으로 증착시킨 ZnO 박막은 여러 분야에 적용될 수 있기 때문에 최근 많은 주목을 받고 있다. ALD-ZnO 박막을 형성하기 위하여 가장 흔히 사용되는 전구체 (precursor)와 반응체 (reactant)는 DEZ(DiethylZinc)와 H<sub>2</sub>O이다. 그러나 DEZ 전구체를 사용한 ALD-ZnO 박막은 낮은 열적 안정성이 문제로 지적되어져 왔으며, 또한 여러 분야의 적용 및 산업화를 위해서는 높은 증착률, 큰 범위의 전기적 저항, 높은 투과도가 필요로 한다.

본 연구에서는 atomic layer deposition 기법을 통해 열적 안정성을 가진 새로운 전구체인 DEZDMEA (Et<sub>2</sub>Zn:NEtMe<sub>2</sub>)을 사용하여 ZnO 박막을 증착하였다. DEZDMEA (Et<sub>2</sub>Zn:NEtMe<sub>2</sub>) 및 H<sub>2</sub>O 주입 시간에 따른 증착률과 전기적 성질, 투과도를 조사하였다.

### 1. 서론

ZnO는 II-VI족 화합물 반도체의 대표적인 물질로서 우수한 전기적, 광학적, 압전(piezoelectric) 성질을 가지고 있다. 따라서, ZnO는 가스 센서, 변환기, 태양전지, 광전자 소자, LED, 표면 탄성과 소자 및 투명 전극등 여러 분야에 응용되고 있다. ZnO를 형성하기 위한 여러 방법 중에서, 낮은 온도에서 대면적으로 균일하고 고품질의 박막을 형성할 수 있는 Atomic layer deposition 기법을 이용하여 ZnO 박막 증착시키는 연구가 진행되어져 왔다.

기존의 ALD-ZnO 박막은 전구체로써 DEZ (DiethylZinc), 반응체로써 H<sub>2</sub>O가 사용하여 광범위한 연구되어져 왔지만 DEZ 전구체는 열적 안정성이 낮은 문제점이 존재한다. 또한 ALD-ZnO 박막을 여러 광범위한 산업 분야에 적용하기 위해서는 증착률의 증가, 투과도 향상, 전기적 성질의 제어가 비교적 쉬워야 한다. 다른 전구체인 DMZ(dimethylzinc), Zinc acetate등의 전구체로 ALD-ZnO 박막을 증착시키는 연구가 진행되어져 왔지만 부족한 실정이다.

본 연구에서는 ALD 증착 기법을 이용하여 ZnO 박막을 형성하기 위하여 열적으로 안정한 DEZDMEA (Et<sub>2</sub>Zn:NEtMe<sub>2</sub>) 전구체를 사용하여 ZnO 박막을 증착하였다. 전구체 주입시간 및 반응체 주입시간에 따른 증착률, 전기적 성질을 조사하였으며 최종적으로는 등고선 형태의 저항 그래프를 얻음으로써 필요한 저항 값에 따른 알맞은 ALD-ZnO 박막형성 조건을 선택할 수 있도록 하였다. 마지막으로, 투과도가 측정하였으며 기존의 ALD-ZnO 박막보다 높은 투과도를 가진다는 것을 알 수 있었다.

### 2. 본론

본 연구에서는 Atomic layer deposition 기법을 이용하여 새로운 전구체인 DEZDMEA(Et<sub>2</sub>Zn:NEtMe<sub>2</sub>)와 H<sub>2</sub>O를 이용하여 기판온도 150도에서 ZnO박막을 증착하였다. 공정 압력은 0.6torr에서 증착이 진행되었고, 공정 동안 연속적으로 챔버내로 50sccm의 질소(N<sub>2</sub>)를 주입하였다. ZnO 박막을 형성시키기 위한 1 cycle은 DEZDMEA (Et<sub>2</sub>Zn:NEtMe<sub>2</sub>) 주입 - purge - reactant (H<sub>2</sub>O) 주입 - purge 단계로 이루어졌다. 먼저, 전구체와 반응체의 주입 시간에 따른 증착률을 조사하였다. 증착률은 기존의 DEZ 전구체를 사용한 ALD-ZnO의 1.8~2.0Å보다 높은 증착률 값을 보였다. 또한, 전구체와 반응체의 주입 시간에 따른 저항을 측정하였다. DEZDMEA (Et<sub>2</sub>Zn:NEtMe<sub>2</sub>) 전구체의 주입 시간의 증가에 따라 저항은 감소되었으며, H<sub>2</sub>O 주입시간의 증가에 따라 저항이 증가함을 알 수 있었다. XRD 결과를 토대로, DEZDMEA (Et<sub>2</sub>Zn:NEtMe<sub>2</sub>) 전구체의 주입 시간에 따른 저항 변화는 결정성의 증가로, H<sub>2</sub>O 주입 시간 중에 따른 저항 변화는 Grain size의 변화로 기인됨을 알 수 있었다. 또한 H<sub>2</sub>O 증기압에 저항 변화를 알아보기 위해서 H<sub>2</sub>O 반응체의 온도를 증가시킨 후 저항을 측정한 결과 저항이 증가함을 볼 수 있었으며, 이것 또한 XRD 결과로 결정성 변화에 따른 결과인 것을 확인하였다. 마지막으로 투과도 측정을 통해, 50nm 두께에서 기존의 DEZ-ZnO 박막보다 DEZDMEA (Et<sub>2</sub>Zn:NEtMe<sub>2</sub>)-ZnO 박막의 투과도가 높음을 알 수 있었다.

### 3. 결론

Atomic layer deposition 기법으로 새로운 전구체 DEZDMEA (Et<sub>2</sub>Zn:NEtMe<sub>2</sub>)을 사용하여 증착한 ZnO 박막은 2.56Å의 높은 증착률을 보였다. 전구체와 반응체의 주입 시간과 반응체의 증기압에 따른 전기적 저항 변화를 확인한 결과, 전구체 주입

시간 증가, 반응체 주입 시간 감소, 반응체 증기압 증가에 따라 저항이 증가함을 볼 수 있었다. 전구체 주입 시간 증가 및 반응체 증기압 증가에 따른 저항 변화는 ZnO 박막의 결정성에 대한 변화로 기인함을 확인하였으며, 반응체 주입 시간에 대한 결과는 grain size의 변화로 인하여 발생됨을 규명하였다. 최종적으로 전구체 주입 시간과 반응체 주입 시간 및 증기압에 따른 저항의 diagram을 만들어 원하는 ALD 전구체-반응체 조건에 따른 원하는 저항 ( $18.75 \sim 0.124 \Omega \cdot \text{cm}$ )을 얻을 수 있도록 하였다. 마지막으로, 투과도를 측정하였으며 DEZDMEA ( $\text{Et}_2\text{Zn}:\text{NEtMe}_2$ )-ZnO 박막의 투과도는 기존의 DEZ-ZnO 박막 보다 높은 것을 확인 하였다.

### 참고문헌

1. Anderson Janotti and Chris G Van de Walle, "Fundamentals of zinc oxide as a semiconductor" Rep. Prog. Phys. 72 (2009) 126501 (29pp).
2. Jiandong Ye, Shulin Gu, Shunming Zhu, Songmin Liu, Wei Liu, Xin Zhou, Liqun Hu, Rong Zhang, Yi Shi, Youdou Zheng "Comparative study of diethylzinc and dimethylzinc for growth of ZnO" Journal of Crystal Growth 274 (2005) 489-494.
3. Akira Yamada, Baosheng Sang, Makoto Konagai, "Atomic layer deposition of ZnO transparent conducting oxides" Applied Surface Science 112 (1997) 216-222.